



INSTITUTO POLITÉCNICO  
DE VIANA DO CASTELO



INSTITUTO POLITÉCNIC  
DE VIANA DO CASTEL

# Mobile Context Awareness

## Estado da arte e casos práticos

José Rui da Costa Alves Peixoto





Instituto Politécnico  
de Viana do Castelo

**José Rui da Costa Alves Peixoto**

*Mobile Context Awareness - Estado da arte e casos práticos*

**Mestrado em Engenharia de Software**

**Orientador**

Jorge Ribeiro

**Coorientador**

Pedro Castro

**Janeiro de 2017**



## ***Dedicatória,***

As etapas percorridas na vida apenas fazem sentido quando são vividas num contexto de partilha, amizade e companheirismo.

Nesta fase não posso deixar de agradecer a quem me acompanhou ao longo desta etapa - o Mestrado em Engenharia de Software. Todas as palavras serão poucas e, por certo, não conseguirei agradecer a todas as pessoas, contudo, ficam os meus sinceros agradecimentos:

- Ao Engenheiro Tiago Serra, colega de licenciatura, mestrado, projetos, trabalhos e, entre outros, amigo - pelos trabalhos feitos em conjunto, pelos projetos que juntos levamos avante e acima de tudo pelo grande sentido de humor que, mesmo nos momentos menos fáceis, serve para dar um salto em frente e avançar as adversidades.

- Ao Engenheiro Jorge Cunha, colega de licenciatura e de novos projectos pelo apoio dado, por acreditar em novos projetos e pela amizade.

- Aos meus amigos, em particular ao Tiago Vilas Boas e ao Tiago Araújo pelo apoio incondicional. Um abraço de agradecimento.

- À Joana, pelo apoio diário, pelas palavras reconfortantes, por estar presente nos bons momentos, e por fazer que os menos bons não existam. Muito Obrigado.

- À minha família, Pai, Mãe, Irmão e Avô, um enorme agradecimento por acreditarem no que faço, pelos ensinamentos de vida e pelo apoio constante. Espero que a conclusão desta etapa possa significar um atributo e compensar o quanto me apoiaram. As eles eu dedico este meu trabalho.



## **Agradecimentos**

- Ao coordenador do Mestrado em Engenharia de Software, Professor Doutor António Cruz pelo empenho na coordenação deste curso e por todo o conhecimento e experiência que transmite aos seus mestrandos.

- Ao Professor Doutor Jorge Ribeiro expresso o meu agradecimento pela orientação e apoio incondicional e pelas palavras de incentivo que nos colocam numa nova dimensão de querer fazer mais e melhor e pelo vanguardismo tecnológico subjacente aos seus conselhos que nos fazem evoluir no sentido da inovação tecnológica.

- Ao Professor Pedro Castro o meu sincero agradecimento pela coorientação neste projeto e pelos conhecimentos partilhados ao longo do mestrado. O seu apoio foi determinante na elaboração desta tese.

- Ao empresário Doutor António Câmara, CEO da Ydreams pela disponibilidade mostrada e pela ajuda na concretização do sonho de converter o projeto curricular NearUS em mais do que um projeto meramente académico.

- Aos professores Doutor Pedro Carneiro e Doutor João Esteves pelas palavras de incentivo para arriscar e para empreender. Os seus conselhos e apoio foram fundamentais no encorajamento para apostar nos projetos.





## **Resumo**

“Com a crescente pervasividade (Zahid Farid 2013) dos Sistemas Computacionais, a importância do Context-awareness nas Ciências da Computação tem crescido nas últimas décadas.” (Lovett e O'Neill, Mobile Context Awareness 2012)

Context-awareness, que se pode definir como a ideia de que os sistemas computacionais podem sentir e reagir a diferentes situações, tem sido um caso de estudo entre a comunidade.

Um dos mais ubíquos dispositivos nesta evolução têm sido os dispositivos móveis, principalmente, os smartphones. A sua popularidade e a forma como o seu uso generalizado no dia a dia das pessoas tem aumentado, e o seu hardware cada vez mais sofisticado - sensores, processamento, redes sem fios - aumentaram substancialmente o potencial do Context-Awareness no mundo.

Nos últimos anos têm surgido aplicações nas mais diversas áreas científicas e de negócio, que fazem uso das capacidades de determinação do contexto no sentido de permitir usufruir de serviços que, devido ao seu conhecimento do contexto do utilizador, fazem com que a experiência de utilização seja, embora num ecrã normalmente de menores dimensões, mais agradável do que o uso de outros dispositivos. Este é um dos principais segredos do sucesso da computação móvel.

Neste estudo, para além da análise bibliográfica e da determinação do estado da arte, são apresentados três casos práticos de sistemas computacionais baseados na determinação do contexto do utilizador.

## **Palavras - Chave**

Mobile Context-Awareness, Computação Móvel, Contexto, Sistemas Computacionais



## ***Abstract***

With the pervasiveness increasing of Computational Systems, the importance of Context-awareness in Computer Science has grown in recent decades. Context-awareness, which can be defined as the idea that computer systems can sense and react to different situations, has been a case study among the community.

One of the most ubiquitous devices in this evolution has been mobile devices, especially smartphones. Its popularity and the way its widespread use in people's daily lives has increased, and its increasingly sophisticated hardware - sensors, processing, wireless networks - has substantially increased the potential of Context-Awareness in the computation world.

In recent years there have been applications in the most diverse scientific and business areas, which use context determination capabilities in order to make use of services that, due to their knowledge of the user context, make the experience of use , Although on a normally smaller screen, more enjoyable than the use of other devices. This is one of the secret keys of the success of mobile computing.

In this study, in addition to the bibliographic analysis and the state of the art determination, three practical cases of computational systems based on user context determination were developed.

## **Palavras - Chave**

Mobile Context-Awareness, Computação Móvel, Contexto, Sistemas Computacionais



## Sumário

<b>CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1 ENQUADRAMENTO E MOTIVAÇÃO .....	1
1.2 OBJETIVO .....	2
1.3 METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO .....	3
1.4 ESTRUTURA DO DOCUMENTO .....	4
<b>CAPÍTULO 2 - MOBILE CONTEXT AWARENESS E COMPUTAÇÃO UBÍQUA - ESTUDO DO ESTADO DA ARTE .....</b>	<b>5</b>
2.1 MOBILE CONTEXT AWARENESS AND UBIQUITOUS COMPUTING .....	5
2.1.1 Introdução .....	5
2.1.2 Mobile Context Awareness e o Armazenamento dos dados .....	7
2.1.3 Determinação do Contexto através dos Sensores .....	7
2.1.4 Determinação do Contexto - Redes sem fios e GPS .....	9
2.1.5 A problemática do consumo de energia vs o uso dos sensores/fórmulas de otimização .....	10
2.1.6 Comércio Ubíquo (U-Commerce) .....	11
2.1.7 ANÁLISE CRÍTICA .....	12
<b>CAPÍTULO 3 - “MOBILE SENSING” DA POSIÇÃO DO UTILIZADOR COMO FORMA DE CHECK-IN E VALIDAÇÃO .....</b>	<b>13</b>
3.1 MOBILE SENSING DA POSIÇÃO DO UTILIZADOR COMO FORMA DE CHECK-IN E VALIDAÇÃO ...	13
3.2 O NEARUS ENQUANTO APLICAÇÃO SOCIAL .....	15
3.3 A LOCALIZAÇÃO GPS COMO SUPORTE E A PROBLEMÁTICA DA LOCALIZAÇÃO INDOOR ...	17
3.4 INTERAÇÃO GRÁFICA DO NEARUS .....	19
3.4.1 Interação Gráfica e Navegação .....	20
3.6 IMPLEMENTAÇÃO .....	21
3.6.3 WebServices REST .....	24
3.7 LANÇAMENTO E DISTRIBUIÇÃO DA APLICAÇÃO .....	24
3.8 CONCLUSÕES .....	25
<b>CAPÍTULO 4 - DETERMINAÇÃO DO CONTEXTO ATRAVÉS DAS REDES SEM FIOS .....</b>	<b>26</b>
4.1 INTRODUÇÃO .....	26
4.2 LIGHTTOOTH - EXTENSÃO ELÉTRICA .....	26
4.3 APLICAÇÃO .....	28
4.4 ANÁLISE CRÍTICA .....	31

<b>CAPÍTULO 5 - DETERMINAÇÃO DO CONTEXTO ATRAVÉS DA ANÁLISE DE IMAGENS .....</b>	<b>33</b>
5.1 - DETERMINAÇÃO DO CONTEXTO ATRAVÉS DA DETERMINAÇÃO DO CONTEXTO DE UMA IMAGEM .....	33
5.1.1 - <i>Introdução</i> .....	33
5.2 - GOOGLE CLOUD VISION .....	34
5.3 - APLICAÇÃO PRÁTICA DO GOOGLE CLOUD VISION API NA DETERMINAÇÃO DO CONTEXTO DE UMA IMAGEM .....	37
<b>CAPITULO 6 – CONCLUSÕES/ TRABALHO FUTURO .....</b>	<b>40</b>
<b>CAPÍTULO 7 – BIBLIOGRAFIA E REFERÊNCIAS WWW .....</b>	<b>42</b>



## Lista de Figuras

Ilustração 1 - Giroscópio e Acelerómetro .....	8
Ilustração 2 - Consumo de energia dos diferentes elementos de um smartphone - WEBIST14, Barcelona, 4 April 2014 .....	11
Ilustração 3 - nearUS .....	13
Ilustração 4 - Calculo da distância entre a posição de um utilizador e o centro de uma sala de conversação .....	15
Ilustração 5 - Explicação do nearUS oferecida pela Microsoft Portugal .....	16
Ilustração 6 - Explicação do funcionamento da aplicação nearUS .....	19
Ilustração 7 - Mockups da Interação gráfica do nearUS .....	20
Ilustração 8 - Storyboard da implementação da interface do nearUS no XCODE .....	21
Ilustração 9 - Push Notifications .....	22
Ilustração 10 - Explicação do funcionamento do servidor Apple Push Notifications e a criação de tokens baseados na chave privada .....	23
Ilustração 11 - Salas de conversação do nearUS no mundo .....	24
Ilustração 12 - Aplicação móvel Lighttooth e Extensão elétrica controlada por smartphone .....	26
Ilustração 13 - Esquema da utilização do Arduino. Este esquema representa o esquema implementado para permitir que a aplicação móvel controle cada uma das tomadas elétricas da extensão .....	28
Ilustração 14 - Casos de uso do Sistema Lighttooth .....	28
Ilustração 15 - Gráfico com as Câmaras fotográficas mais usadas no Flickr.com .....	34
Ilustração 16 - Imagem usada em teste no Google Cloud Vision .....	35
Ilustração 17 - Diagrama de Actividade da aplicação TAGGI .....	39





## **Índice de Tabelas**

Tabela 1 - Caso de Uso: Controlar energia dos dispositivos .....	29
Tabela 2 - Caso de Uso: Programar Controlo de Energia .....	29
Tabela 3 - Caso de Uso: Associar dispositivo a tomada .....	30
Tabela 4 - Categorias de deteção de tags da Google Cloud Vision API.....	37



## **Lista de Abreviaturas e Siglas**

<b>API</b>	Application Orogramming Interface
<b>APNS</b>	Apple Push Notification Service
<b>GPS</b>	Global Positioning System
<b>JSON</b>	JavaScript Object Notation
<b>OCR</b>	Optical Character Recognition
<b>PHP</b>	PHP: Hypertext Preprocessor
<b>RFID</b>	Radio-Frequency IDentification
<b>SSL</b>	Segurança da Camada de Transporte
<b>U-commerce</b>	Ubiquitous Commerce
<b>WIFI</b>	Wireless Fidelity



# Capítulo 1 - Introdução

## 1.1 Enquadramento e Motivação

*"Mobile apps need context to hit the right targets"* (Matteson 2015)

*"Why Lack of Context is Killing Your Mobile App"* (Thusoo 2013)

"Com o crescimento a nível mundial dos utilizadores de Dispositivos Móveis, que em 2015 era de 1.57 mil milhões e se prevê que em 2020 chegue aos 2.87 mil milhões, o conceito de Mobile Context Awareness tem se tornando num fator relevante no campo da computação móvel" (Lovett e O'Neill, Mobile Context Awareness 2012), atendendo à forma como pode influenciar positivamente a vida dos utilizadores. Entenda-se por Mobile Context Awareness a capacidade dos computadores, numa abordagem mais concreta os Dispositivos Móveis, de sentir e reagir à situação do utilizador.

O conjunto de informação que um Dispositivo Móvel é capaz de recolher acerca do utilizador, como por exemplo a localização, o que ele está a fazer, com quem e quando, permitem alimentar uma base de conhecimento que aumenta, para além da experiência de utilização, a utilidade do dispositivo em si.

Context Awareness é a capacidade de um computador em sentir e reagir à situação/contexto do utilizador. Este tema tem vindo a ser debatido ao longo dos últimos anos e tem ganho importância junto da comunidade. Desde então têm surgido bastantes projetos de software que permitiram verificar a aplicabilidade e utilidade deste conceito: Aplicações que mostram os restaurantes mais próximos, os transportes ou os pontos turísticos são disso exemplo. Em outros projetos consegue-se fazer o paralelo, dada a evolução natural deste conceito, com a Internet das Coisas, onde o contexto determinado pelo Dispositivo é suficiente para determinar o estado e comunicar com objetos inteligentes.

As capacidades sensoriais dos Smartphones tornam-nos avançados sensores da situação do utilizador, e o seu hardware cada vez mais avançado,

tem contribuído para que a reação ao contexto seja cada vez mais rápida e eficaz. Ainda no campo do hardware as velocidades de processamento e capacidades de armazenamento crescentes têm contribuído em larga escala para o aumento da informação de contexto recolhida, armazenada e analisada. Esta análise e determinação do contexto cruza com várias áreas que vão desde a engenharia, às telecomunicações, até à matemática onde são exemplos a estatística e a determinação de algoritmos.

A implementação prática deste conceito implica a existência de dispositivos que sejam capazes de, ao mesmo tempo, determinar o contexto e responder consoante o mesmo e estes podem ir desde o PC's, redes de sensores - a casa inteligente é disso exemplo, smartwatches, carros inteligentes e autónomos e por fim, aqueles aos quais dedicarei mais atenção, os smartphones e os tablets. Estes últimos têm sido ferramentas de excelência nesta área dada a sua ubiquidade.

Embora a localização GPS possa ser um dos elementos mais importantes, pelo facto de permitir, por exemplo, a navegação por GPS, na verdade existem muitos mais motivos que fazem dos smartphones a ferramenta perfeita para a aplicação deste conceito. Exemplos disso são o Sensor de Movimentos, o magnetómetro, humidade e temperatura, giroscópio, acelerómetro, pedómetro, sensor de impressão digital, e, entre outros, o sensor de ritmo cardíaco presente, principalmente nos smartwatches.

## **1.2 Objetivo**

O objetivo deste trabalho é o estudo aprofundado do Mobile Context Awareness e da Computação Ubíqua através, primeiramente, do estudo do estado da arte e, numa segunda fase, o desenvolvimento de três exemplos práticos que contemplam as variadas vertentes do tema.

### *CASO PRÁTICO I*

Num primeiro exercício o objetivo é desenvolver uma aplicação móvel - nearUS - que use da caracterização do contexto do utilizador para a agregação

de utilizadores em espaços físicos e, dessa forma, testar a componente social do Mobile Context Awareness e a aceitação por parte dos utilizadores de uma ferramenta deste tipo.

### CASO PRÁTICO II

Numa segunda aplicação prática do conceito, o objetivo é a criação de dispositivos que possam responder ao contexto do utilizador e possam ser úteis para o dia-a-dia dos mesmos.

### CASO PRÁTICO III

Criação de uma aplicação que, através da determinação do contexto em que uma imagem é capturada, gera um conjunto de informação que, através do cruzamento de dados com a API do Instagram, permite que o utilizador ou empresa faça uma otimização das suas publicações nas redes sociais.

## **1.3 Metodologia de investigação**

Este estudo começou com a Revisão da bibliografia existente no sentido de apurar o estado da arte do Mobile Context Awareness e da Computação Ubíqua. Estudo das metodologias e técnicas aplicadas bem como exemplos de implementações existentes no mercado das aplicações.

Depois de feito o levantamento do estado da arte a metodologia utilizada foi a elaboração de três exemplos práticos de criação de soluções tecnológicas relacionadas com o conceito e, em cada um dos casos, estudar desde os processos de implementação até ao contexto de utilização real, estudando a aceitação dos utilizadores de soluções de software. Em todos estes casos, a recolha de indicadores é feita desde os modelos conceptuais, passando pelos testes de software, até à utilização em contexto real. A observação tem aqui um papel determinante.

O material documentado e as conclusões do processo de pesquisa e execução dos casos práticos são aqui apresentados em forma de relatório.



## **1.4 Estrutura do documento**

Este documento está estruturado em seis capítulos principais, começando pela introdução ao tema, o seu enquadramento e motivação, o objetivo e a metodologia seguida no trabalho desenvolvido.

No segundo capítulo é apresentado o resultado do estudo do estado da arte bem como são abordadas as principais problemáticas associadas ao tema. Ainda neste capítulo é apresentado o estudo sobre os diferentes factores que influenciam o contexto do utilizador de uma aplicação móvel como são disso caso os sensores e as redes sem fios.

No terceiro capítulo é apresentado o estudo sobre o uso da posição GPS como critérios de check-in e o Caso Prático nearUS. Este projecto consiste na criação de uma aplicação móvel que, através da determinação do posicionamento geográfico dos utilizadores, cria salas de conversação anónimas, criando assim interação entre utilizadores presentes no mesmo espaço geográfico. Neste capítulo é descrito o processo de desenvolvimento do software desde o levantamento de requisitos até à publicação e ao estudo da aceitação por parte dos utilizadores.

No quarto capítulo é apresentado o segundo caso prático que, por sua vez, se denomina Lighthouse. Neste capítulo, à semelhança do terceiro, é apresentado o processo de desenvolvimento da solução, bem como os desafios ultrapassados para a elaboração do caso prático.

No quinto capítulo, tal como nos anteriores, é apresentado mais um caso prático levado a cabo durante este estudo. Este tem a particularidade de apresentar todo o processo de Modelação de Software e documentação sobre a integração com API's externas.

No sexto e último capítulo são apresentadas as conclusões deste estudo bem como as reflexões e comentários sobre o processo de elaboração deste trabalho.

# **Capítulo 2 - Mobile Context Awareness e Computação Ubíqua - Estudo do Estado da arte**

## **2.1 Mobile Context Awareness and Ubiquitous Computing**

### **2.1.1 Introdução**

“A evolução tecnológica fez com que a computação, que inicialmente apenas estava disponível no contexto académico e empresas e numa segunda fase passou a estar acessível através do computador que se encontrava estático, está hoje acessível a todos através de pequenos dispositivos de uso diário e espalhada pelos mais diversos tipos de objetos que fazem parte do dia a dia das pessoas.” (Gay 2009)

A esta presença generalizada, que tem vindo a ficar cada vez mais pervasiva, chamamos de computação ubíqua. A computação ubíqua colhe os benefícios dos avanços da computação móvel e da computação pervasiva: “qualquer dispositivo móvel computacional, que levamos connosco por construir dinamicamente modelos computacionais dos ambientes nos quais nos movemos e configurar os serviços conforme as necessidades” (ibid, p 50).

A computação Context-Aware está diretamente relacionada com a computação Ubíqua. O contexto tem sido tradicionalmente estudado em Interação Homem-Máquina para descrever uma identidade, uma localização e os objetos envolvidos, contudo, com o avançar dos estudos este conceito tem evoluído. Neste sentido considera-se contexto toda e qualquer informação que pode ser usada para caracterização do contexto de uma entidade ou situação. Uma entidade é uma pessoa, lugar ou objeto, que são considerados importantes para a interação entre o utilizador e a aplicação.

“Uma entidade é uma pessoa, um objeto ou um lugar que possa ser considerado relevante para a interação entre o utilizador e a aplicação.” (Dey,

2001). Além disso o contexto deve incluir o ambiente externo, o contexto pessoal e o contexto da ferramenta.

Podemos definir contexto como sendo os “dados obtidos e relevantes que compõem o contexto. Especificamente, tais dados são recuperados a partir de heterogêneos e compreendem um determinado contexto de aplicação. Cada parte de tal informação centra-se em um campo epistêmico específico estreitamente relacionado com o seu contexto de aplicação. Além disso, os autores definiram o conceito de contexto de acordo com dois princípios: localidade e compatibilidade.” (ANAGNOSTOPOULOS, TSOUNIS e HADJIEFTHYMIADES s.d.)

Como exemplos da computação ubíqua e da computação Context-aware temos as Smart-homes, aplicações baseadas em GPS que usam da localização para filtrar informação no sentido de aumentar a utilidade para o utilizador e aplicações que usam os sensores dos smartphones, por exemplo, para enviar alertas úteis ao utilizador.

Segundo Kotz (2000), o contexto pode ser categorizado da seguinte forma:

- **O contexto computacional** - inclui a conectividade e os recursos locais tais como, por exemplo, o display, a memória e a velocidade de processamento.
- **Contexto do utilizador** - inclui o perfil do utilizador, localização, preferências, pessoas nas proximidades e até a situação social.
- **Contexto físico** - inclui, por exemplo, a iluminação, o ruído, o trânsito e a temperatura.
- **Contexto Temporal** - inclui todas as referências temporais como por exemplo a hora, o dia, e a época.
- **Contexto histórico** - São os registos de contexto computacional, do utilizador e físicos durante um período de tempo.

### **2.1.2 Mobile Context Awareness e o Armazenamento dos dados**

Um dos aspetos mais importantes dos sistemas e serviços Mobile Context Awareness é a segurança e a privacidade. Uma vez que o contexto inclui informação das pessoas, como é, por exemplo, o caso da localização, a atividade e o histórico da sua informação é muito importante ter em atenção de proteger a privacidade.

Uma das vantagens do armazenamento de dados contextuais é a possibilidade de recolher informação importante ao negócio através de “queries” ao histórico que pode ser usado para descobrir tendências, padrões e previsão de tendências futuras através da aplicação de técnicas de mineração de dados e descobertas baseadas no conhecimento.

### **2.1.3 Determinação do Contexto através dos Sensores**

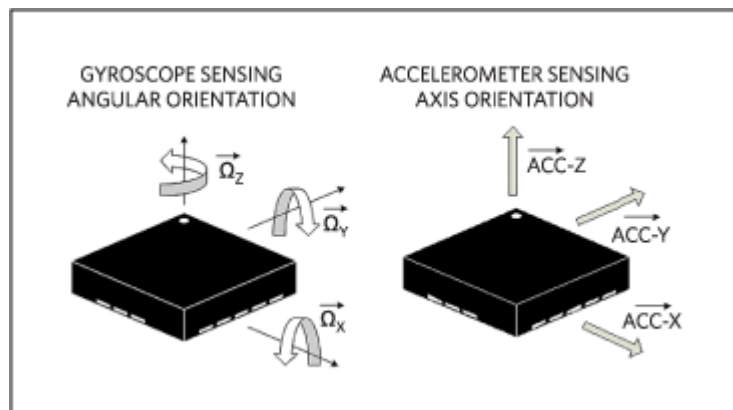
As duas abordagens para recolha de dados do contexto são o *Direct Sensing* e o *Context Server*. O Context Server “é uma abordagem distribuída que estende a arquitetura baseada em middleware, introduzindo um componente de gestão de acesso com a função de recolha de dados do sensor movida para o chamado servidor de contexto para facilitar o acesso múltiplo simultâneo” (George W. Musumba 2013) enquanto no *Direct Sensing* o “software reúne as informações desejadas diretamente desses sensores, sem uma camada adicional para obter e processar dados” (George W. Musumba 2013).

A “obtenção de informação contextual é parcialmente realizada através de redes de sensores. Os sensores podem ser considerados como um motor de medição de conhecimento rudimentar, uma vez que implementam técnicas de deteção de dados brutos (por exemplo, determinação de localização, temperatura, aceleração e medição de intensidade de luz)”. Os sensores que, hoje em dia, estão presentes na maioria dos *smartphones* são:

#### **Acelerômetro e Giroscópio**

O acelerômetro dos smartphones são usados para detetar a orientação do mesmo. O giroscópio, por sua vez, adiciona uma dimensão adicional à informação dada pelo acelerômetro como a rotação e a torção.

O acelerômetro mede a aceleração linear do movimento enquanto o giroscópio mede a velocidade de rotação angular.



*Ilustração 1 - Giroscópio e Acelerómetro*

Na prática, o acelerômetro mede o movimento direcional do dispositivo, mas não é capaz de determinar a orientação lateral ou a inclinação durante o movimento. Apenas o consegue juntamente com o giroscópio.

O uso do acelerômetro permite obter dados de baixa precisão com uma resposta muito rápida ou, por sua vez, dados de precisão elevada de uma forma mais lenta. Mas combinados os 3 eixos (x,y,z) do acelerômetro com os 3 eixos (x,y,z) do giroscópio permitem recolher dados de alta precisão num curto espaço de tempo.

## **Bússola**

A bússola digital existente nos smartphones é baseada num sensor conhecido por magnetómetro e permite recolher a posição do smartphone em relação ao campo magnético da Terra. Como resultado da ação do magnetómetro, o smartphone é conhecedor da orientação da navegação, e

permite dessa forma, por exemplo, ajudar nas aplicações de Navegação Geográfica.

### **Barômetro**

O barômetro mede, através da pressão do ar, as oscilações de altitude a que o smartphone está sujeito. Desta forma permite calcular, por exemplo, o gasto de calorias - em conjunto com o pedômetro.

### **Pedômetro**

O pedômetro tem por objetivo medir o número de passos dados pelo utilizador e tem por finalidade a mesma do barômetro: calcular, por exemplo, o gasto de calorias - em conjunto com o pedômetro.

## **2.1.4 Determinação do Contexto - Redes sem fios e GPS**

### **RFID**

Este Sistema de Identificação por radiofrequência permite, através da leitura de etiquetas determinar a proximidade com um objeto ou pessoa.

### **WIFI**

Esta tecnologia presente nos smartphones também usada no calculo da localização do utilizador. Este método, mais conhecido como Wifi Positioning System é usado onde, por variados fatores, as potencialidades do GPS são inadequadas - como são exemplo as limitações indoor do GPS.

Entre os métodos utilizados para o cálculo da localização baseada em wifi podem-se destacar os seguintes:

- RSSI – Através do calculo da força do sinal de diferentes pontos de acesso.
- Fingerprint Based – São cruzados os dados do RSSI armazenados em base de dados com as coordenadas do utilizador enquanto se encontrava offline.

- Angle of arrival based
- Time of flight based

## **NFC**

Comunicação por Campo de Proximidade é uma tecnologia que permite a troca de informações sem fio e de forma segura entre dispositivos compatíveis que estejam próximos um do outro. Ou seja, logo que os dispositivos estejam suficientemente próximos, a comunicação é estabelecida automaticamente, sem a necessidade de configurações adicionais.

## **GPS - Global Positioning System**

O GPS é o Sistema de Posicionamento Global que, através de Satélite, fornece a um dispositivo móvel a sua posição instantânea independentemente das condições atmosféricas existentes, desde que o dispositivo em causa se encontre sob o alcance de quatro satélites.

As aplicações do GPS são das mais variadas ordens que vão desde a Aviação, Navegação Marítima, Circulação Rodoviária e, mais recentemente os smartphones com GPS vieram criar um novo paradigma no que respeita ao desenvolvimento de soluções informáticas baseadas na localização dos dispositivos.

### **2.1.5 A problemática do consumo de energia vs o uso dos sensores/fórmulas de otimização**

As aplicações “context aware” requerem constantemente dados dos sensores dos smartphones. Apesar disto melhorar a experiência de utilização faz com que o consumo de energia seja elevado diminuindo o ciclo de vida das baterias. Além disso, comparado com a necessidade do utilizador receber chamadas, as aplicações “context aware” perdem em importância para o

utilizador. Neste sentido é importante encontrar o equilíbrio entre a utilidade e as limitações de recursos.

Os diferentes sistemas operativos, onde dominam o iOS e o Android, desenvolveram desde então fórmulas que permitem otimizar o uso dos recursos. Desta forma, e como confirma o estudo abaixo apresentado, o consumo de energia no uso dos sensores é mais elevado em aplicações desenvolvidas em ambientes cross-plataform do que em ambientes nativos:

Results						
Energy consumption without running applications: 6047,31 $\mu$ Ah						
Sensor	Native		PhoneGap		Titanium	
	Consumed Energy ( $\mu$ Ah)	$\Delta$ (%)	Consumed Energy ( $\mu$ Ah)	$\Delta$ (%)	Consumed Energy ( $\mu$ Ah)	$\Delta$ (%)
Only App	7705,54	+27,42%	8130,85	+34,45%	7860,97	+29,99%
Accelerometer	9179,99	+51,80%	12849,82	+112,49%	11972,16*	+97,97%*
Compass	9489,85	+56,93%	12124,6	+100,50%	-	-
Microphone (Rec)	8120,92	+34,29%	8404,71	+38,98%	-	-
GPS	9301,48	+53,81%	9947,60	+64,50%	9577,27	+58,37%
Camera	21857,38	+261,44%	22347,52	+269,54%	22576,45	+273,33%

**Table 1.** Energy consumption comparison between native applications and apps developed with a framework for cross-platform development.

WEBIST14, Barcelona, 4 April 2014 20 of 22

*Ilustração 2 - Consumo de energia dos diferentes elementos de um smartphone - WEBIST14, Barcelona, 4 April 2014*

### 2.1.6 Comércio Ubíquo (*U-Commerce*)

**"U-commerce** é a convergência total de todos os modelos de comércio virtual existentes na tentativa de tornar as transações comerciais em operações independentes de dispositivo, posição física ou de meio de transmissão de dados."

Watson et al. deram origem ao termo U-Commerce, ou comércio Uníquo, definindo-o como sendo "O uso de redes ubíquas para apoiar comunicações



personalizadas e ininterruptas e transações entre uma firma e seus vários *stakeholders* para oferecer um nível de valor além do comércio tradicional" (Watson 2002)

Neste sentido, Watson, referiu os quatro conceitos base do U-Commerce:

**Ubiquidade** - O facto da tecnologia digital se ter tornado onipresente na vida da pessoas. Está presente, por exemplo, nos eletrodomésticos, nos telefones e nos carros com a possibilidade e estarem ligados à internet.

**Unicidade** - A unicidade representa a individualidade de cada utilizador, como os seus gostos, a sua região e os seu hábitos.

**Universalidade** - A universalidade prende-se com a possibilidade de qualquer utilizador com um dos seu vários dispositivo puder aceder, de igual forma, independentemente dos diversos fatores como o país ou continente em que se encontra ao comércio eletrónico.

**Unissonância** - Unificação dos dados do utilizador e dados atualizados independentemente de qual o contexto ou dispositivo através do qual o utilizador está a aceder ao e-commerce.

### 2.1.7 Análise Crítica

Este capítulo remete-nos para a análise da determinação do contexto do utilizador e, acima de tudo, leva a concluir que, mais do que os utilizadores ou os dispositivos em si, o foco principal na determinação o contexto é a informação em torno de cada dispositivo e utilizador.

No que respeita ao desenvolvimento de aplicações baseadas em contexto podemos, através deste capítulo, concluir que a deteção dos requisitos de contexto, em aplicativos de computação sensíveis ao contexto, devem levar em conta o fato "de que os sensores são altamente distribuídos e sua configuração é altamente dinâmica". (ANAGNOSTOPOULOS, TSOUNIS e HADJIEFTHYMIADES s.d.)

Questões sobre privacidade, segurança de dados e distribuição de informações de contexto são também elas cruciais no desenvolvimento de soluções de software baseadas em determinação de contexto.

# Capítulo 3 - “Mobile Sensing” da Posição do utilizador como forma de check-in e validação



Ilustração 3 - nearUS

## 3.1 *Mobile Sensing* da Posição do utilizador como forma de check-in e validação

“A localização como posição ou área no espaço é um contexto de particular importância, e tem recebido mais atenção na computação móvel do que qualquer outro tipo de contexto. Como o tempo, a localização espacial é um atributo inerente a outros tipos de contexto físico e muitas vezes usada implicitamente para filtrar observações próximas.” (Gellersen, Schmidt e Beigl s.d.)

Os utilizadores procuram cada vez mais aplicações sociais que os permitam partilhar opiniões, comentários e votos acerca de locais e eventos. A posição do utilizador como forma de check-in tem vindo a ser usada por aplicações como o Foursquare e, mais recentemente, pelo Facebook, de forma a permitir que amigos em comum partilhem locais que visitam, por vezes também,

loais em comum. Estas aplicações levantam problemas de privacidade com que os proprietários destas aplicações lidam.

O nearUS surge foi desenvolvido no seguimento deste Mestrado com o objetivo de proporcionar aos utilizadores a componente social, mas com a particularidade de ser anónima, evitando assim os problemas de privacidade que são o maior entrave legal e social a este tipo de aplicações.

Com o objetivo de evitar os problemas abordados anteriormente, relacionados com o consumo de bateria, o check-in no nearUS é feito através de uma única consulta da posição de GPS que permite obter o ponto onde o utilizador se encontra. As salas de conversação no nearUS são definidas por uma coordenada GPS e por um raio e abrangência. Desta forma pode-se definir uma sala de conversação por:

SALA DE CHAT = LATITUDE, LONGITUDE, RAI0

No sentido de possibilitar o check-in do utilizador é medida a distância entre o ponto central da sala de chat e o ponto onde o utilizador se encontra. No caso da distância ser inferior ao raio o utilizador pode fazer login na sala de conversação.

```
if (chatRoom.center.distanceToUserCenter(user.center) > sala.radius)  
{CHECK IN}
```

**Solução aplicada:**

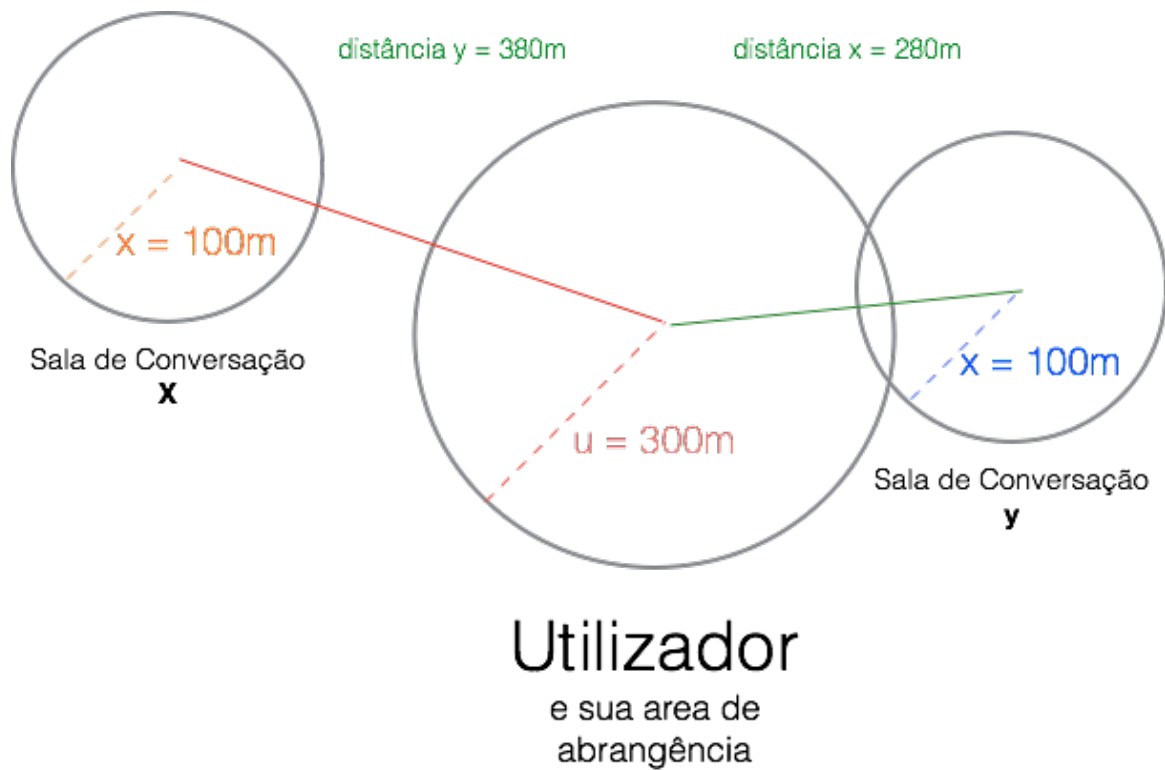


Ilustração 4 - Calculo da distância entre a posição de um utilizador e o centro de uma sala de conversação

Uma vez feito o check-in, o utilizador pode comunicar anonimamente com as pessoas que o rodeiam, tendo para tal sido desenvolvida uma ferramenta social.

### 3.2 O nearUS enquanto aplicação social

O nearUS é um sistema de comunicações que permite a troca de mensagens, chatting e a troca de imagens. O sistema é aplicado com limites espaciais e temporais definindo uma rede induzida de utilizadores não registados.

NearUs é inspirado na experiência tradicional "walkie talkie". Como no mundo "walkie talkie", os utilizadores não enfrentam barreiras de registro, mas podem ser identificados através de seu número de telefone. Além disso, eles podem ser localizados espacial e temporalmente.

Ativando conexões Wi-Fi, celulares e / ou GPS, é definida uma estimativa da localização do utilizador. A localização é representada por um ponto no ecrã. O ponto pode ser visto como um nó em uma rede imaginária. Ao selecionar um raio, cada utilizador seleciona seu "espaço de comunicação". Ao ativar esse espaço, ele ou ela descobrem os outros utilizadores ativos representados por nós.

Cada espaço está associado a um evento. Os eventos podem ser limitados no tempo (um concerto de rock, um evento esportivo) ou ilimitado (conversando em um espaço circunscrito, como uma universidade ou shopping center). Sempre existirá um espaço de comunicação padrão definido pelos limites espaciais associados ao evento.

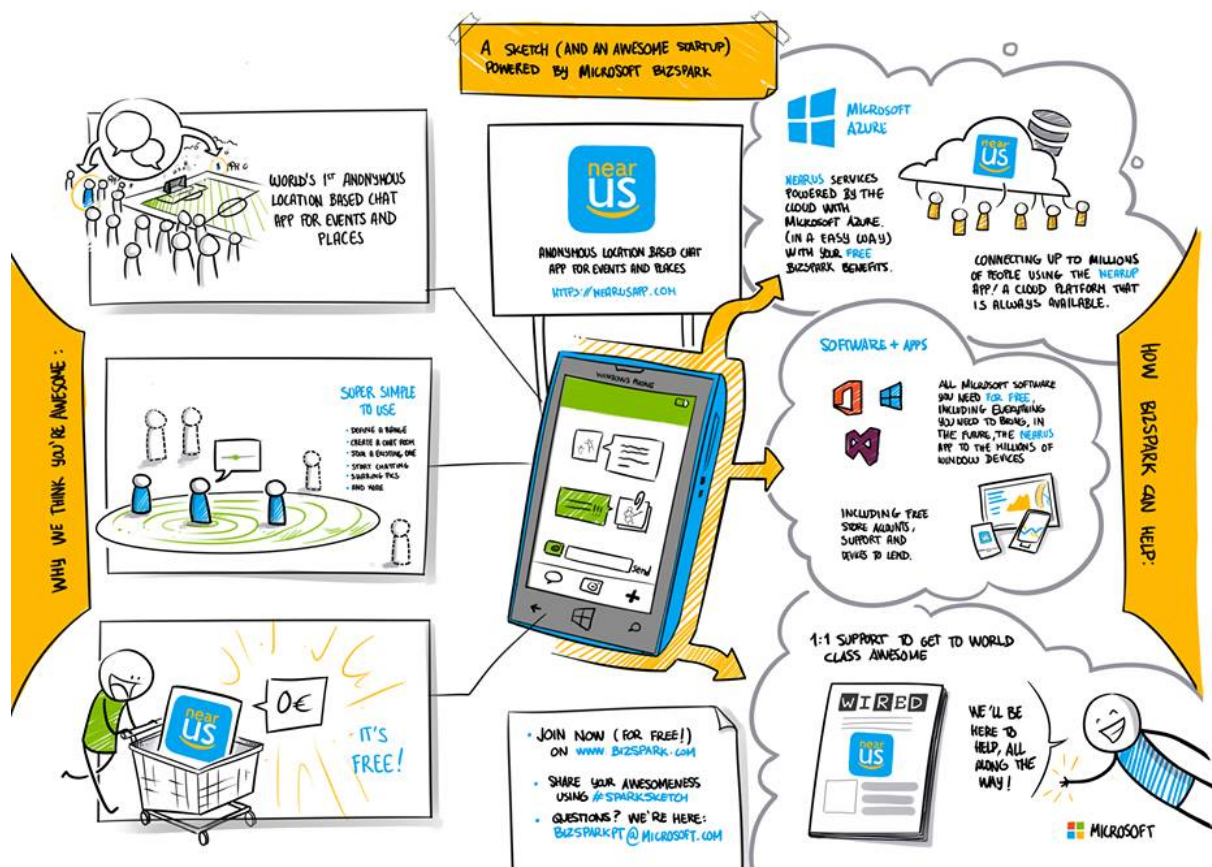


Ilustração 5 - Explicação do nearUS oferecida pela Microsoft Portugal

### **3.3 A localização GPS como suporte e a problemática da localização indoor**

Temos assistido nos últimos anos a fatores que, de um modo geral, têm contribuindo para alterações profundas que - desde a indústria do hardware ao software - mudaram irreversivelmente a vida do ser Humano. São exemplos explícitos destas alterações a proliferação do uso de dispositivos pessoais que fazem com que cada indivíduo transporte consigo um sistema computacional inteligente como são exemplos atuais os smartphones e os tablets que muito em breve se prevê serem considerados rudimentares e substituíveis por hardware de futuro que, por contraditório que possa parecer, cada vez menos terão menos hardware. Serão exemplos, num futuro próximo, os smartwatches e óculos inteligentes e no futuro não muito longínquo passará por sistemas nano computacionais que permitirão o acesso à informação que hoje nos é fornecida pelos smartphones e tablets.

Convém, contudo, frisar uma inevitabilidade: os seres humanos transportarem consigo um sistema inteligente composto por hardware e software é irreversível, um dado adquirido e um ponto sem retorno.

Estes sistemas que acompanham os indivíduos, entre as mais variadas características permitem - de há uns anos para cá - uma ferramenta que revolucionou exponencialmente a indústria do hardware e do software: o GPS e a possibilidade associada de localizar no contexto geográfico os agentes computacionais e, por consequência do seu uso diário e generalizado dos seres humanos, a localização dos indivíduos.

A conjugação destas evoluções faz com que uma lacuna enorme surja: a Localização indoor. "O sistema de posicionamento global (GPS) é o sistema de radionavegação mais popular e mundial para encontrar a localização e a posição dos objetos, especialmente para ambientes externos. No entanto, não funciona

bem em instalações interiores porque a presença de obstáculos na linha de visão entre o satélite eo receptor e as ondas eletromagnéticas é espalhada e atenuada pelos edifícios e obstáculos ao ar livre.” (Zahid Farid 2013) Entenda-se por localização indoor a localização dos sistemas computacionais e indivíduos dentro de edificações.

Têm havido evoluções entusiasmantes. Por exemplo, hoje em dia, é possível obter a localização de um smartphone, mesmo dentro de um edifício, apenas com alguns metros de precisão. Para os dias de hoje é bom, mas não é suficiente, muito por força da história civilizacional do ser humano que generalizou - e não é de agora - a construção em altura que levou a que existam verdadeiras cidades verticais num só edifício, principalmente nas mais desenvolvidas cidades do mundo e edifícios com vários níveis de altitude na generalidade das cidades mundiais.

Podemos encarar esta falta como um problema algébrico no qual temos duas variáveis ( $x$  latitude -  $y$  longitude) mas onde desconhecemos uma terceira variável que completaria a localização inequívoca dos indivíduos: a altitude ( $z$ ) - a nossa incógnita.

Enquanto esta generalização não é possível, o que poderá vir ou não a acontecer, surgem soluções das mais diversas ordens para a identificação dos indivíduos em casos isolados (recorrendo, por exemplo, às redes sem fios como Bluetooth, repetidores GPS e wifi) não existindo, até à data, um sistema generalista de cálculo de posicionamento que vá para além do plano e permite a localização do espaço terrestre.

Existem atualmente soluções como o iBeacons da Apple e o Gimbal, que pretendem, através de redes sem fios concluir a proximidade de um utilizador a um determinado local. Este tipo de localização indoor permite por exemplo numa

loja física transmitir informações ao cliente sobre um produto perto de si. O futuro dirá se será este tipo de solução resolução para a lacuna existente na localização indoor.

### 3.4 Interação gráfica do nearUS

Uma vez definido o objetivo da aplicação, tornou-se essencial definir o fluxo de navegação do utilizador de forma a permitir que, de uma forma clara, o utilizador percebesse como conseguiria tirar vantagem das principais funcionalidades da aplicação. “Interfaces de software bem projetadas, como bons educadores e materiais de instrução, devem construir um relacionamento "professor-aluno" que orienta os usuários a aprender e apreciar o que estão fazendo. Boas interfaces podem até mesmo desafiar os usuários a explorar além de seus limites normais e esticar sua compreensão da interface do usuário e do computador. Quando você vê isso acontecer, é uma bela experiência.” (Theo Mandel 1997) Foram então aplicados os conhecimentos obtidos nas Unidade Curriculares de Interação Gráfica Avançado, bem como uma pesquisa no sentido de apurar a melhor metodologia a aplicar.

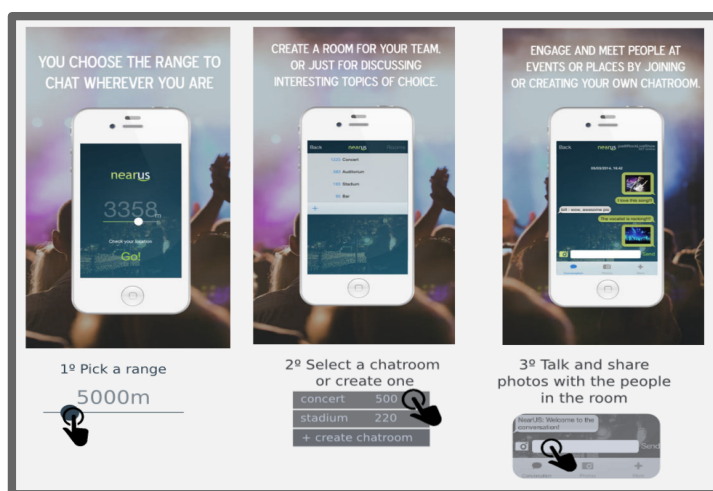


Ilustração 6 - Explicação do funcionamento da aplicação nearUS

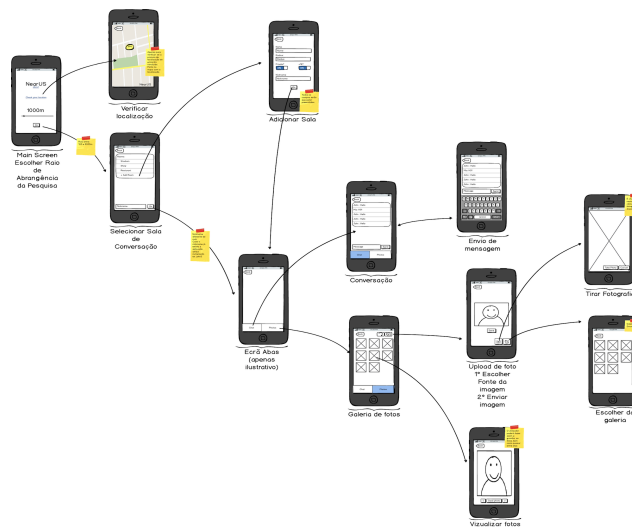


### 3.4.1 Interação Gráfica e Navegação

O caso de uso principal da aplicação resumia-se três tarefas simples:

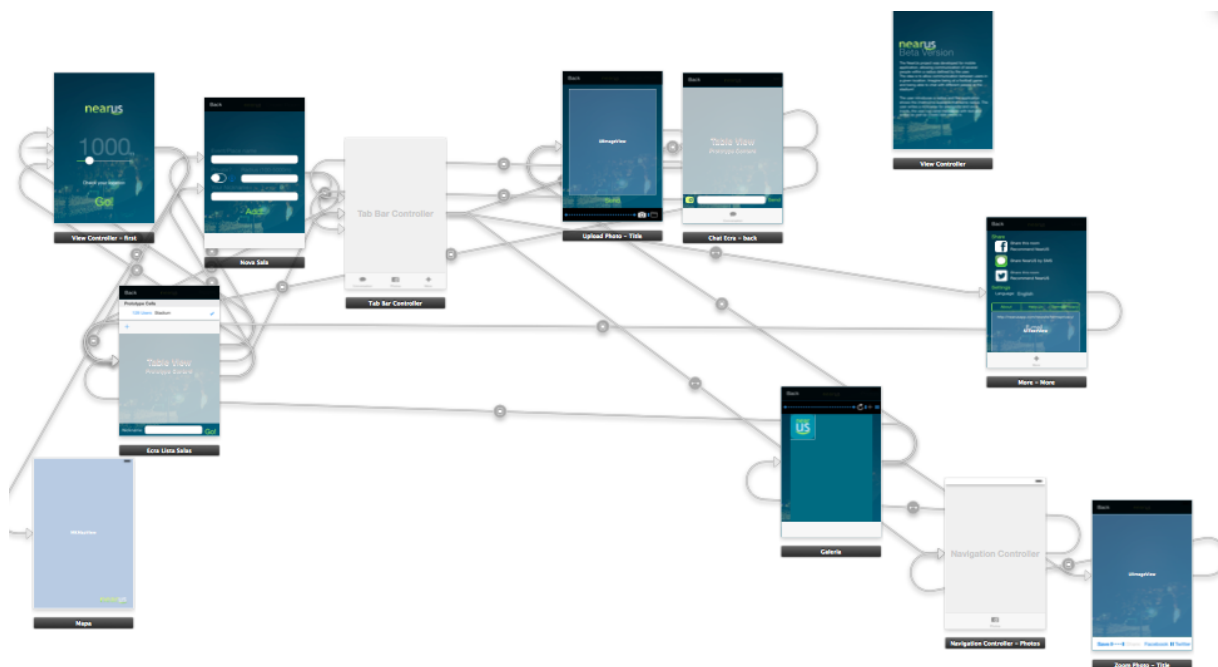
1. Pesquisa de salas de conversação nas proximidades;
2. Escolha de uma sala de conversação e login com nickname;
3. Comunicar com os restantes utilizadores presentes na sala de chat;

Depois de definido o fluxo principal de usabilidade, havia a necessidade de, de uma forma ágil definir todos os fluxos de utilização da aplicação. Nesse sentido a metodologia escolhida foi a prototipagem recorrendo a ferramentas de prototipagem ágil e criação de mockups de baixa fidelidade.



*Ilustração 7 - Mockups da Interação gráfica do nearUS*

### 3.6 Implementação



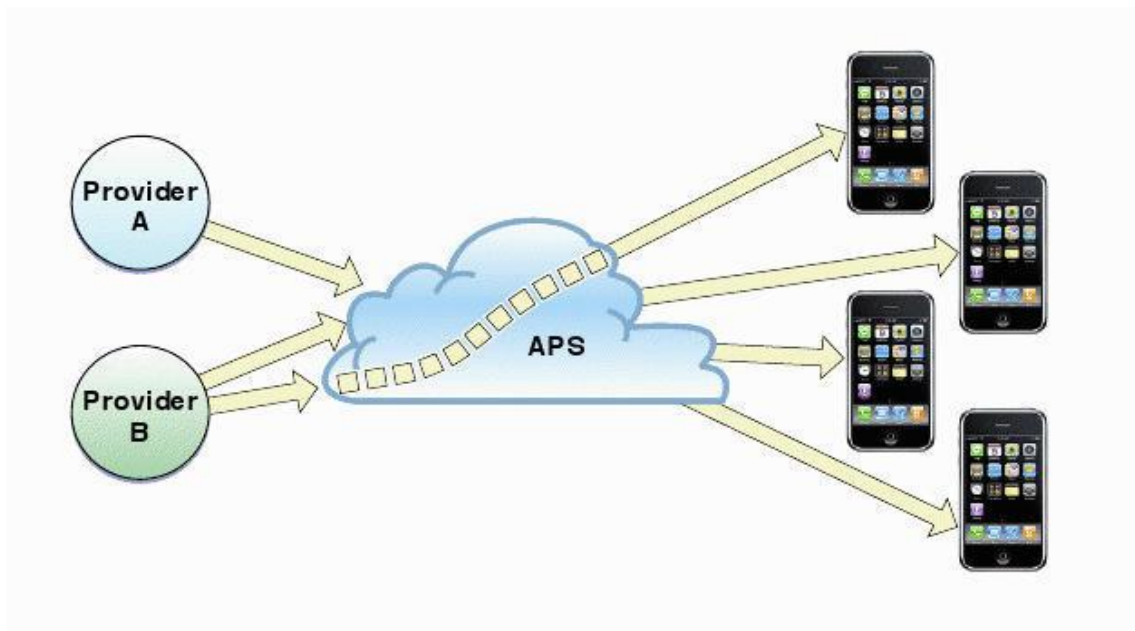
*Ilustração 8 - Storyboard da implementação da interface do nearUS no XCODE*

Uma vez definidos os fluxos de usabilidade seguiu-se a implementação do software. A arquitetura escolhida para a implementação foi Service Oriented Architecture pela sua interoperabilidade e permitir o isolamento do Lógica de Negócio que, no caso do nearUS, se definiu que ficaria da responsabilidade do servidor. A interoperabilidade tornou-se um fator relevante nesta escolha uma vez que foram criadas duas aplicação em dois sistema operativos: Android e iOS.

Uma vez que se o nearUS se trata de um sistema de mensagens instantâneas, houve a necessidade de optar por um sistema que permitisse a distribuição das mensagens pelas salas de conversação. Deste modo a opção foi o uso das frameworks nativas em cada um dos sistemas operativos. Assim sendo, no caso da aplicação Android foi usado o Google Cloud Messaging e no iOS o Apple Push Notifications service dada a possibilidade do uso de notificações silenciosas que cumpriam com o objectivo de distribuir as mensagens enviadas pelo servidor.

## Implementação de Servidor APN's

Para o envio de notificações do servidor aos dispositivos usei um servidor APN's da Apple, que funciona com base na arquitectura da seguinte imagem:

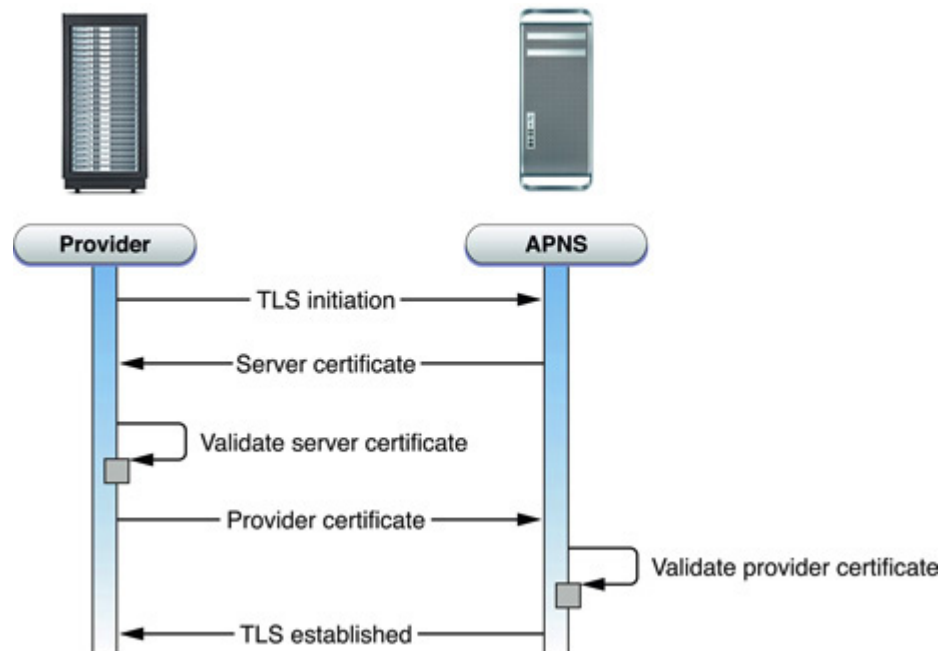


*Ilustração 9 - Push Notifications*

A Apple usa certificados digitais de chave pública para autenticar solicitações de push de seu aplicativo iOS, então, primeiro é necessário criar chaves de autenticação e registá-las com Apple. Em seguida, cada dispositivo que instala o aplicativo e opta por receber notificações de push para esse aplicativo precisa ser identificado. A sequência funciona assim:

1. Um diálogo de alerta no aplicativo iOS solicita a permissão do usuário para receber notificações de push.
2. Se o usuário conceder permissão, o aplicativo iOS entra em contato com o Apple Push Notification service (APNs) para obter uma cadeia de caracteres de ID que identifica exclusivamente a aplicação instalada nesse dispositivo.
3. A aplicação iOS faz upload do ID para o servidor.

4. Quando a aplicação do servidor precisar enviar uma mensagem de push, ele é autenticado em relação a servidores de push da Apple e depois usa o ID das etapas 2 e 3 para especificar o destinatário da mensagem.
5. Se o dispositivo do destinatário estiver on-line, ele recebe e processa a mensagem. Se o dispositivo estiver off-line, a mensagem é enfileirada e depois entregue da próxima vez que o dispositivo estiver on-line.



*Ilustração 10 - Explicação do funcionamento do servidor Apple Push Notifications e a criação de tokens baseados na chave privada*

Os APNs também permitem que as aplicações de servidor validem sua lista armazenada de IDs de aplicativos periodicamente. Isso dá a oportunidade de remover os IDs dos utilizadores que excluem posteriormente a aplicação ou alteram seu status de opção de push.

### 3.6.3 WebServices REST

“Arquitetura orientada a serviços (SOA) é um paradigma de arquitetura muito popular para projetar e desenvolver sistemas distribuídos. As soluções SOA foram criadas para satisfazer objetivos de negócios que incluem integração fácil e flexível com sistemas legados, processos de negócios simplificados, custos reduzidos, serviço inovador aos clientes e adaptação ágil e reação a oportunidades e ameaças competitivas.” (Bianco, Kotermanski e Merson 2007)

O NearUS é uma aplicação baseada numa arquitetura orientada a serviços RESTful, usando como linguagem de marcação para as ligações cliente-servidor e servidor-cliente o JSON.

### 3.7 Lançamento e distribuição da aplicação

A primeira versão do nearUS foi lançada a 29 de janeiro de 2015. Até hoje o nearUS teve cerca de 5000 mil downloads. No mapa abaixo é possível visualizar as salas de conversação criadas desde o lançamento.



*Ilustração 11 - Salas de conversação do nearUS no mundo*

O nearUs foi distribuído através da App Store da Apple e do Google Play. O processo de publicação permitiu obter conhecimentos acerca destes processos. De salientar o processo de review a que as aplicações são submetidas para publicação na App Store que, obrigou a algumas alterações no sentido de assegurar a privacidade dos utilizadores.

Alguns artigos noticiosos tiveram por base o nearUS, dada a novidade que acrescentava nesta temática, e a certa altura, foi visto como o “O regresso das salas de IRC, mas em aplicação móvel” Dinheiro Vivo (Guerra 2014) e dando origem a títulos como “O chat do IRC está de volta numa app que não obriga a registo (Ferreira 2014)”.

O “NearUs venceu em Barcelona o prémio de melhor aplicação móvel europeia, o EU Mobile Challenge, concurso que integrou o maior congresso de aplicações móveis do mundo, o Mobile World Congress.” (NearUs considerada a melhor app europeia 2015) e foi motivo de reportagem do The Next Big Idea, TV Show da SIC Notícias.

### **3.8 Conclusões**

A implementação do nearUS permitiu acima de tudo a aplicação prática de conhecimentos adquiridos durante o estudo da temática e, ainda, através da aplicação prática, adquirir novos conhecimentos no que à determinação do contexto diz respeito.

Durante este percurso surgiram ainda alguns desafios, como a privacidade dos utilizadores, que teve que ser devidamente acautelado através da implementação de encriptação e de um modelo de gestão de dados que protege a identidade dos utilizadores. Uma vez que a localização de um utilizador é um ponto crítico da sua privacidade, esta informação nunca é guardada em Base de Dados. Para além disso, e para proteger o utilizador, as mensagens das salas de conversação, não estão associadas a cada utilizador.

Com isto conclui-se que, mais importante que a determinação de contexto e armazenamento de dados, é muito importante assegurar a privacidade do utilizador, quando utilizados os seus dados, na determinação de contexto.

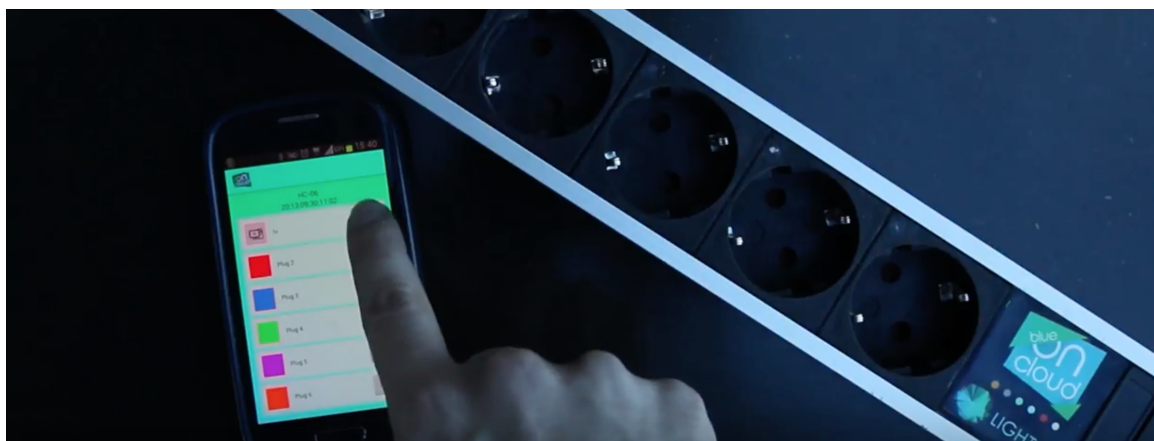
# Capítulo 4 - Determinação do contexto através das redes sem fios

## 4.1 Introdução

O projeto Lighttooth levando a cabo durante o segundo ano do mestrado, por uma equipa da qual fiz parte, teve por objetivo a criação de objetos inteligentes capazes de reagir ao contexto com a ajuda do smartphone do utilizador.

Nesse sentido foram criados dois produtos: uma extensão elétrica e um candeeiro de quarto, ambos capazes de comunicar e reagir, através das redes sem fios, à informação de contexto fornecida pelo smartphone do Utilizador recorrendo à tecnologia Bluetooth. "O benefício do uso de bluetooth para trocar informações entre dispositivos é que esta tecnologia é de alta segurança, baixo custo, baixa potência e tamanho pequeno. Cada tag bluetooth tem um ID exclusivo, que pode ser usado para localizar a tag Bluetooth." (Zahid Farid 2013)

## 4.2 LIGHTTOOTH - Extensão elétrica



*Ilustração 12 - Aplicação móvel Lighttooth e Extensão elétrica controlada por smartphone*

O projeto onCloud consistiu na conceptualização e criação de um protótipo de uma extensão elétrica capaz, através da incorporação de um microcontrolador, receber informação enviada pelo smartphone.

Neste sentido, e como protótipo, foi desenvolvida uma aplicação móvel para smartphones com o Sistema Operativo Android capaz de ligar e desligar cada uma das tomadas da extensão, através do Bluetooth.

A aplicação desenvolvida permite ainda associar os eletrodomésticos através de um sistema de cores - que corresponde a um LED colorido junto a cada uma das tomadas, e, dessa forma, permitir ao utilizador ligar e desligar/programa cada uma das tomadas conforme as suas necessidades do dia a dia.

Descrevendo um caso de uso, o utilizador tem a possibilidade de, por exemplo, associar o seu aquecedor à tomada de cor vermelha e definir a hora a que pretende que este se ligue e desligue, não tendo assim que se deslocar junto do dispositivo para o acender/apagar.

Foi ainda desenvolvida a componente eletrónica do sistema e a componente elétrica, baseada no microcontrolador Arduíno, segundo o esquema seguinte:



### Esquema Ligação Arduino - Relé - Lâmpada

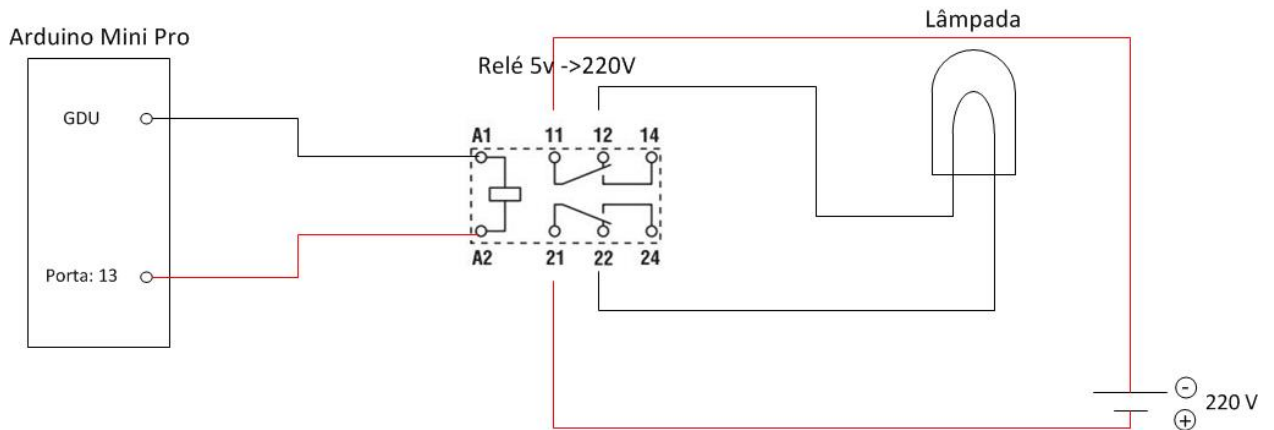


Ilustração 13 - Esquema da utilização do Arduino. Este esquema representa o esquema implementado para permitir que a aplicação móvel controle cada uma das tomadas elétricas da extensão

### 4.3 Aplicação

A Aplicação que serviu de base a este projeto foi desenvolvida no sistema operativo Android. Esta aplicação é responsável por determinar a proximidade com a extensão elétrica e proporcionar ao utilizador os seguintes casos de uso.

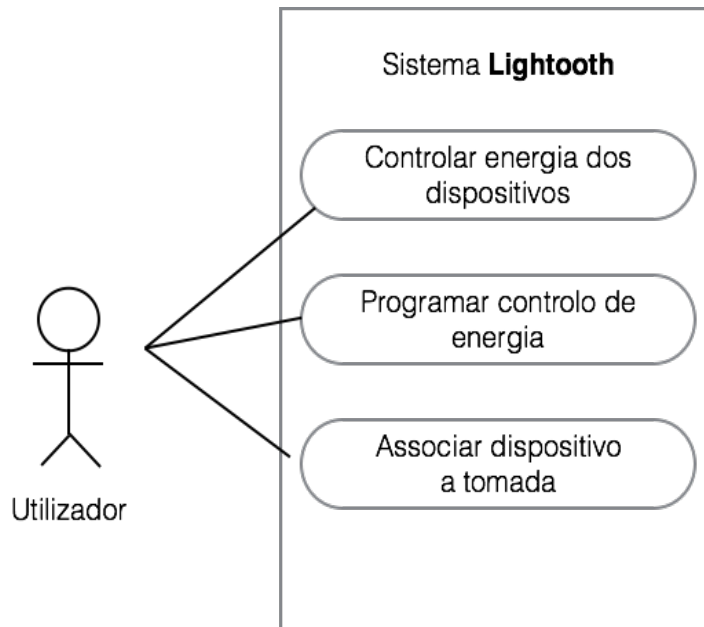


Ilustração 14 - Casos de uso do Sistema Lighttooth

O primeiro caso de uso Consiste em Controlar a energia dos dispositivos conectado à extensão elétrica através da aplicação móvel. O utilizador tem acesso à listagem de todos os dispositivos conectados à extensão e dessa forma consegue controlar cada um deles.

*Tabela 1 - Caso de Uso: Controlar energia dos dispositivos*

<b>Caso de uso:</b>	Controlar energia dos dispositivos
<b>Domínio:</b>	Sistema.
<b>Nível:</b>	Objetivo do utilizador.
<b>Ator primário:</b>	Utilizador.
<b>Pré-condição:</b>	O utilizador está nas proximidades da sua extensão elétrica.
<b>Iniciador:</b>	O utilizador pretende controlar o fornecimento de energia elétrica de um dispositivo conectado à extensão
<b>Cenário principal de sucesso:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Utilizador abre a aplicação</li> <li>2. São listadas as tomadas de energia da extensão elétrica</li> <li>3. Utilizador liga/desliga fornecimento de energia elétrica a uma das tomadas</li> </ol>

A extensão onCloud permite ainda que seja programada uma data/hora para que cada uma das tomadas interrompa ou inicie o fornecimento de energia ao dispositivo que, a si, se encontra conectado.

*Tabela 2 - Caso de Uso: Programar Controlo de Energia*

<b>Caso de uso:</b>	Programar controlo de energia
---------------------	-------------------------------

<b>Domínio:</b>	Sistema.
<b>Nível:</b>	Objetivo do utilizador.
<b>Ator primário:</b>	Utilizador.
<b>Pré-condição:</b>	O utilizador está nas proximidades da sua extensão elétrica.
<b>Iniciador:</b>	O utilizador pretende programar o fornecimento de energia elétrica de um dispositivo conectado à extensão
<b>Cenário principal de sucesso:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Utilizador abre a aplicação</li> <li>2. São listadas as tomadas de energia da extensão elétrica</li> <li>3. Utilizador seleciona a tomada que pretende programa</li> <li>4. Utilizador define hora para ligar/desligar fornecimento de energia elétrica de uma tomada</li> </ol>

Conforme referido no primeiro caso de uso, o utilizador tem acesso a uma listagem dos dispositivos associados a cada uma das tomadas elétricas da extensão. Esta listagem é possível através da associação de cada uma delas a um nome e ícone identificadores.

*Tabela 3 - Caso de Uso: Associar dispositivo a tomada*

<b>Caso de uso:</b>	Associar dispositivo a tomada
<b>Domínio:</b>	Sistema.
<b>Nível:</b>	Objetivo do utilizador.
<b>Ator primário:</b>	Utilizador.

<b>Pré-condição:</b>	O utilizador está nas proximidades da sua extensão elétrica.
<b>Iniciador:</b>	O utilizador pretende associar um dispositivo conectado à extensão a uma das tomadas existentes na extensão
<b>Cenário principal de sucesso:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Utilizador abre a aplicação</li> <li>2. São listadas as tomadas de energia da extensão elétrica</li> <li>3. Utilizador selecciona a tomada que pretende associar a dispositivo</li> <li>4. Utilizador atribui o nome de um dispositivo à tomada</li> <li>5. Utilizador associa um ícone à tomada</li> </ol>

#### 4.4 Análise Crítica

A implementação deste projeto permitiu a aplicação prática da deteção de proximidade através das redes sem fios. Neste caso o uso do Bluetooth permitiu verificar que esta tecnologia cumpre com as suas principais vantagens: Permite uma conexão rápida com o dispositivo e, do ponto de vista da implementação, os protocolos de comunicação apropriadamente definidos e documentados facilitam os processo de desenvolvimento de soluções baseadas nesta tecnologia.

Do ponto de vista da aprendizagem o Lighttooth foi sem dúvida gratificante do ponto de vista da aprendizagem. Uma vez que o desenvolvimento deste projeto foi financiado pelo IAPMEI, tivemos a possibilidade de nos dedicarmos durante um ano à sua investigação e desenvolvimento. Ao abrigo deste programa tivemos ainda acesso a um serviço de mentoria por parte da Ideia Atlântico que em muito nos ajudou durante esse período. Depois disso tivemos oportunidade de o apresentar a algumas empresas onde a receção foi positiva. O grande desafio a ultrapassar neste projeto prende-se com o preço dos moldes de plástico necessários à sua comercialização.

A convite do nosso mentor, tivemos ainda oportunidade de apresentar este projeto num evento do MIT Portugal que se realizou na Universidade do Minho.

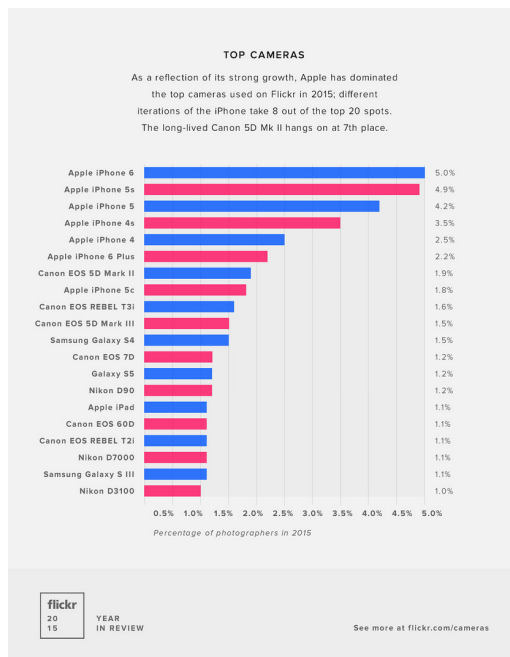
# Capítulo 5 - Determinação do contexto através da análise de imagens

## 5.1 - Determinação do Contexto através da determinação do contexto de uma imagem

### 5.1.1 - Introdução

A câmara fotográfica dos smartphones é hoje, também ela, um poderoso sensor de determinação de contexto. O crescimento exponencial do uso da câmara do smartphone em detrimento das convencionais câmaras fotográficas, permite assumir a camera fotográfica como parte importante da determinação do contexto do utilizador.

"Exposta como API REST, a API do Google Cloud Vision aceita uma imagem e classifica-a em milhares de categorias. Ele pode detetar rostos com emoções e também reconhecer palavras impressas de várias línguas. Os desenvolvedores podem criar meta dados ricos em torno das imagens que podem ser usadas para realizar pesquisas personalizadas. A API pode ser usada para análise de sentimento de imagem, moderação de conteúdo ofensivo e correspondência de padrão de imagem." (MSV 2015)



*Ilustração 15 - Gráfico com as Câmaras fotográficas mais usadas no Flickr.com*

## 5.2 - Google Cloud Vision

A API Google Cloud Vision possibilita aos programadores obterem o significado do conteúdo de uma imagem através da aplicação de poderosos "machine learning models" e através de uma simples API REST. Esta API rapidamente avalia a imagem em milhares de categorias (ex, "sailboat", "lion", "Eiffel Tower"), detecta a presença de objetos individuais e faces presentes na imagem, e procura e lê palavras que estejam inscritas na imagem.

O seu uso é muito variado e vai desde a criação de metadata num catálogo de imagens à moderação de conteúdo ofensivo e até para análise de novos cenários de marketing através análise de sentimentos através da imagem

Exemplo de teste realizado em Swift para aplicação iOS, com o upload da seguinte imagem:



*Ilustração 16 - Imagem usada em teste no Google Cloud Vision*

O upload da imagem faz-se em base64 através do POST Rest e pode estar nos seguintes formatos:

- JPEG
- PNG8
- PNG24
- GIF
- Animated GIF (apenas a primeira frame)
- BMP
- WEBP
- RAW
- ICO

Outro método recomendado pela documentação da API é recorrendo ao serviço Google Cloud Storage. Para tal basta indicar o id da imagem no request:

```
{
  "requests": [
    {
      "image": {
        "source": {
          "gcs_image_uri": "gs://bucket-name/path_to_image_object"
        }
      },
      "features": [
        {
          "type": "LABEL_DETECTION",
          "maxResults": 1
        }
      ]
    }
  ]
}
```



```

    }
  ]
}
]
}

```

A resposta no formato JSON da Google Vision API é a seguinte:

```

{
  "responses" : [
    {
      "labelAnnotations" : [
        {
          "mid" : "\/m\/03cjrt",
          "score" : 0.9844225,
          "description" : "highland"
        },
        {
          "mid" : "\/m\/0j2kx",
          "score" : 0.96975613,
          "description" : "waterfall"
        },
        {
          "mid" : "\/m\/03ktm1",
          "score" : 0.90334225,
          "description" : "body of water"
        },
        {
          "mid" : "\/m\/07pw27b",
          "score" : 0.878494,
          "description" : "atmospheric
phenomenon"
        },
        {
          "mid" : "\/m\/0838f",
          "score" : 0.84286666,
          "description" : "water"
        }
      ],
      {
        "mid" : "\/m\/090j23",
        "score" : 0.77620924,
        "description" : "water feature"
      },
      {
        "mid" : "\/m\/07sn5gn",
        "score" : 0.7593013,
        "description" : "geological
phenomenon"
      },
      {
        "mid" : "\/m\/04p25",
        "score" : 0.6848667899999999,
        "description" : "loch"
      },
      {
        "mid" : "\/m\/0by0z",
        "score" : 0.64215225,
        "description" : "fjord"
      },
      {
        "mid" : "\/m\/04h4w",
        "score" : 0.62925166,
        "description" : "lake"
      }
    ]
  ]
}

```

Os resultados podem ser retornados sob a forma de elemento de uma das seguintes categorias:

*Tabela 4 - Categorias de detecção de tags da Google Cloud Vision API*

<b>LABEL_DETECTION</b>	Retorna as palavras-chave relacionadas com a imagem.
<b>TEXT_DETECTION</b>	Através de Optical Character Recognition (OCR) reconhece os texto presentes na imagem.
<b>FACE_DETECTION</b>	Detecta faces existentes na imagem.
<b>LANDMARK_DETECTION</b>	Detecta landmarks presentes na imagem.
<b>LOGO_DETECTION</b>	Detecta nomes de marcas baseado na presença de logotipos na imagem.
<b>SAFE_SEARCH_DETECTION</b>	Determina as "safe search properties" da imagem
<b>IMAGE_PROPERTIES</b>	Retorna propriedades da imagem, como, por exemplo, a cor dominante

### **5.3 - Aplicação prática do Google Cloud Vision API na determinação do contexto de uma imagem**

#### **TAGGI**

No seguimento desta tese iniciei um novo projeto de forma a explorar as potencialidades da determinação do contexto na otimização do alcance das publicações Social Media. O público-alvo são os utilizadores do Instagram e Twitter e, entre outras, forma usadas as seguintes APIs:

- Instagram API
- Twitter API
- Google Cloud Vision

As redes sociais tornaram-se uma ferramenta de comunicação indispensável para qualquer empresa e isto envolve grandes vantagens e benefícios. Do ponto de vista pessoal, as redes sociais tornaram -se uma parte vital do relacionamento com amigos, familiares e estranhos.

Com o objetivo de, através da determinação do contexto, potenciar o alcance das publicações do Instagram e Twitter, o Taggi cruza a informação recolhida através do Google Cloud Vision com informação relevante que é possível obter das API das redes sociais, gerando um conjunto de hashtags recomendadas, que farão aumentar a visibilidade de um post nas redes sociais.

Exemplo disso é, no caso da API do Instagram, o GET **/tags/search**, que, em forma de exemplo, para a keyword Snowey, retorna a seguinte resposta:

- **RESPONSE**

[https://api.instagram.com/v1/tags/search?q=snowy&access\\_token=ACCESS-TOKEN](https://api.instagram.com/v1/tags/search?q=snowy&access_token=ACCESS-TOKEN)

```
{
  "data": [
    {
      "media_count": 43590,
      "name": "snowy"
    },
    {
      "media_count": 3264,
      "name": "snowyday"
    },
    {
      "media_count": 1880,
      "name": "snowymountains"
    }
  ]
}
```

O media\_count associado a cada uma das tags, permite determinar a popularidade de cada uma das tags, que desta forma, tornam o post, também ele, mais popular.

Diagrama de Atividade

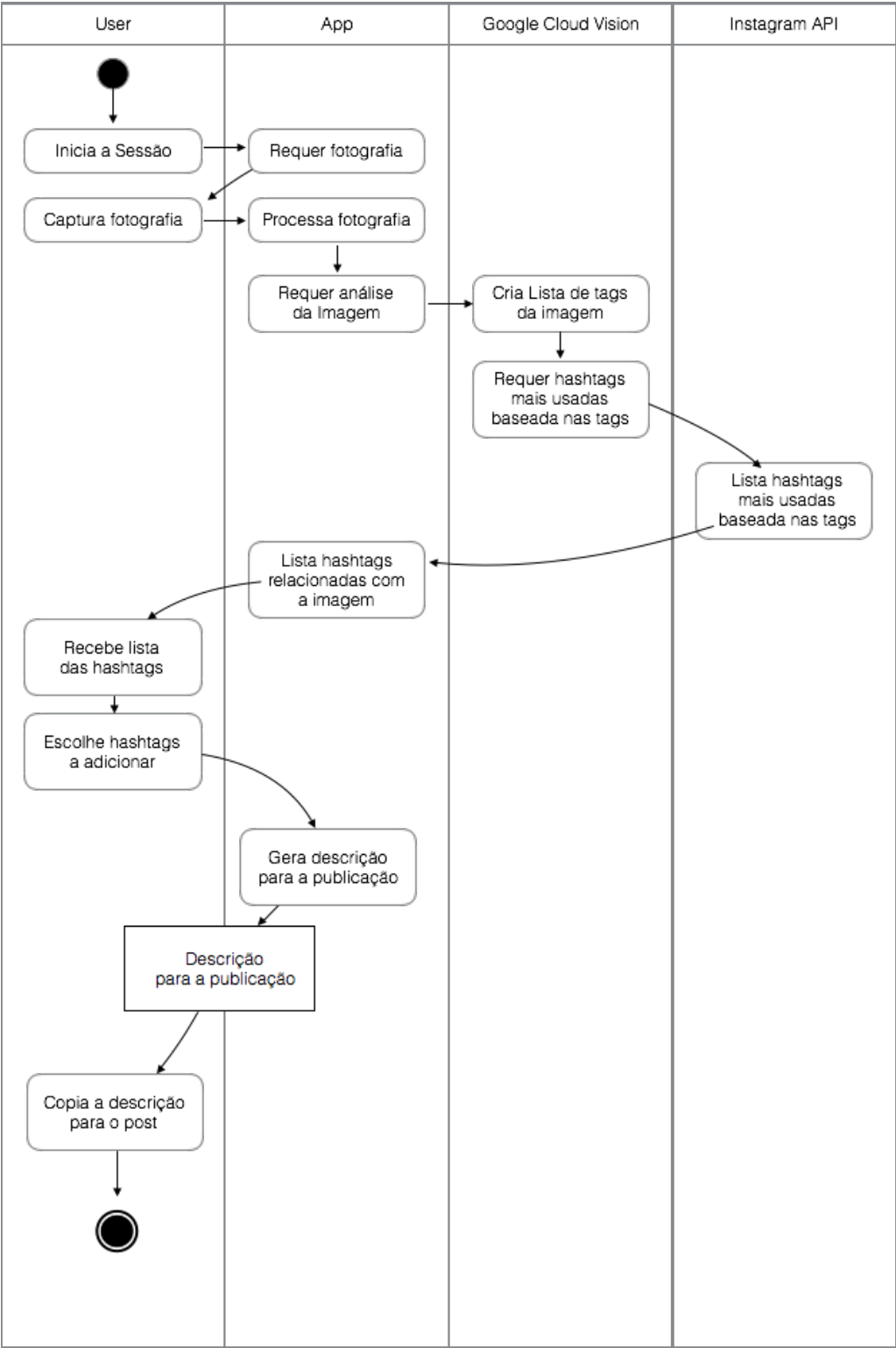


Ilustração 17 - Diagrama de Atividade da aplicação TAGGI

## **Capítulo 6 – Conclusões/ Trabalho Futuro**

O percurso realizado durante este mestrado deu a oportunidade de explorar, dentro daquilo que é o assunto desta tese, várias das suas vertentes, na melhor abordagem possível: a realização de casos práticos.

Depois de feito o levantamento do estado da arte, patente no capítulo 1 deste documento e que permitiu adquirir conhecimentos nesta área do conhecimento, segue-se o desenvolvimento de três projetos práticos. O objetivo desta aplicação de conhecimentos foi o de potenciar a análise crítica em relação à temática.

Começando pelo nearUS, um pequeno projeto levado a cabo numa das Unidades Curriculares do Mestrado e que muito permitiu concluir. Primeiro pelo desafio da sua idealização, até ao da sua conceção e lançamento. A componente social da aplicação permitiu abordar várias componentes da temática deste trabalho e, como conclusão mais marcante, o facto de ter apurado a importância da proteção dos dados dos utilizadores numa implementação em que são guardados dados da determinação do contexto do utilizador.

Ainda o projeto nearUS estava em desenvolvimento e surge então a possibilidade de, com um conjunto de colegas, explorar uma nova área que aparecia: the Internet of Things. Foi então que começamos o projeto Lightooth que deu a possibilidade de implementar e explorar a determinação do contexto do utilizador através das redes sem fios. A deteção da proximidade do utilizador através da tecnologia Bluetooth permitiu concluir que esta tecnologia serve os pressupostos de deteção de proximidade mas é limitada quando abordada numa perspetiva de solução para determinação da localização indoor.

Numa fase posterior um novo projeto foi iniciado: o TAGGI. O desenvolvimento do protótipo TAGGI permitiu explorar e criar uma aplicação capaz de determinar o contexto através da análise de imagem. Os testes feitos permitem concluir que esta tecnologia é cada vez mais precisa e que, cada vez

mais, deve ser vista como uma das principais metodologias a usar na determinação do contexto.

A análise bibliográfica feita, e que serviu de base a esta dissertação, foi acontecendo em paralelo com o desenvolvimento dos casos práticos e com a necessidade de aprender mais sobre aquilo que estava a ser desenvolvido.

# Capítulo 7 - Bibliografia e referências WWW

- ANAGNOSTOPOULOS, CHRISTOS B., ATHANASIOS TSOUNIS, e STATHES HADJIEFTHYMIADES. "Context Awareness in Mobile Computing Environments." *Pervasive Computing Research Group, Communication Networks Laboratory, Department of Informatics and Telecommunications, University of Athens*, s.d.
- Bianco, Phil, Rick Kotermanski, e Paulo Merson. "Evaluating a Service-Oriented Architecture." *Software Architecture Technology Initiative* , Setembro de 2007.
- Ferreira, Cristina A. "O chat do IRC está de volta numa app que não obriga a registo." *TEK Sapo*, 10 2014.
- Gay, Gay. *Context-aware Mobile Computing: Affordances of Space, Social Awareness, and Social Influence*. Editado por M. John Carrol. Synthesis Lectures on Human-Centered Informatics, 2009.
- Gellersen, Hans-W, Albrecht Schmidt, e Michael Beigl. *Department of Computing, Lancaster University*, s.d.
- George W. Musumba, Henry O. Nyongesa. *Department of Computer Science, Dedan Kimathi University of Technology, Department of Computer Science, University of the Western Cape, South Africa*, 2013.
- Guerra, Ana Rita. "NearUs. O regresso das salas de IRC, mas em aplicação móvel." *Dinheiro Vivo (Suplemento do Diário de Notícias e Jornal de Notícias)*, 08 2014.
- Lovett , Tom, e Eamonn O'Neill. *Mobile Context Awareness*. Springer, 2012.
- Lovett, Tom, e Eamonn O'Neill. *Mobile Context Awareness*. Editado por Department of Computer Science Univeristy of Bath/Vodafone Group R&D. Bath: Springer, 2012.
- Marketeer*. "NearUs considerada a melhor app europeia ." 10 de 03 de 2015.
- Matteson, Scott. *Tech Republic*. 27 de 10 de 2015. <http://www.techrepublic.com/>.
- MSV, Janakiram. "Google Cloud Vision API Delivers Sophisticated Image Recognition Service To Developers." Dezembro de 2015.
- Ozgur Yurur, Chi Harold Liu. *Generic and Energy-Efficient Context-Aware Mobile Sensing*. FL: CRC Press, s.d.

- Stonjanovic, Dragan. *Context-Aware Mobile and Ubiquitous Computing for Enhanced Usability: Adaptive Technologies and Applications*. Nis: Information Science Reference, 2009.
- Theo Mandel, Ph.D. "The Elements of User Interface Design." 1997.
- Thusoo, Ashish. 12 de 2013. [www.wired.com](http://www.wired.com).
- Watson, R., Pitt, L., Berthon, P., & Zinkhan, G. "U-commerce: expanding the universe of marketing." *Journal of the Academy of Marketing Science*, 2002.
- Zahid Farid, Rosdiadee Nordin, and Mahamod Ismail. "Recent Advances in Wireless Indoor Localization Techniques and System." Editado por Rui Zhang. *Journal of Computer Networks and Communications* (Hindawi Publishing Corporation), Agosto 2013.